

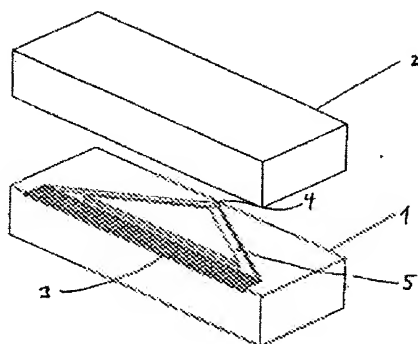
Atomising nozzle with filter e.g. for medicament inhalation spray generating unit

Publication number: DE4236037
Publication date: 1994-04-28
Inventor: BACHTLER WULF (DE); BARTELS FRANK (DE);
DUNNE STEPHEN TERENCE (GB); EICHER JOACHIM
(DE); FREUND BERNHARD (DE); LESSMOELLMANN
CHRISTOPH (DE)
Applicant: BOEHRINGER INGELHEIM INT (DE)
Classification:
- international: *B05B1/00; B05B1/08; B05B1/14; B05B1/26; B05B1/34;
B05B7/04; B05B15/00; B05B1/00; B05B1/02;
B05B1/14; B05B1/26; B05B1/34; B05B7/04;
B05B15/00; (IPC1-7): A61M11/00; C23C14/34;
C23F1/02; B05B1/02; B05B1/26; B05B1/34; B05B7/08;
B05D1/02; G03F7/00*
- European: B05B1/00; B05B1/08; B05B1/14; B05B1/26; B05B1/34;
B05B7/04C1
Application number: DE19924236037 19921024
Priority number(s): DE19924236037 19921024

[Report a data error here](#)

Abstract of DE4236037

The nozzle comprises one or more nozzle outlets (14) for the atomisation of fluids with two plates connected together by an intermediate layer, and with a grooved base plate connecting the intake side of the nozzle to the nozzle outlets. The grooves (15) are of rectangular cross-section. The nozzle includes one or more filters, becoming finer in the direction of the fluid flow. Two or more outlets are orientated in such a way that the jets issuing from them impinge on one another in the vicinity of the mouth of the nozzle outlet. The cross section of the nozzle outlets become smaller towards their mouths.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 42 36 037 A 1**

⑳ Aktenzeichen: P 42 36 037.4
㉔ Anmeldetag: 24. 10. 92
㉕ Offenlegungstag: 28. 4. 94

⑤1 Int. Cl.⁵:
B 05 B 1/02
B 05 B 1/34
B 05 B 1/26
B 05 B 7/08
B 05 D 1/02
G 03 F 7/00
// C23C 14/34, C23F
1/02, A61M 11/00

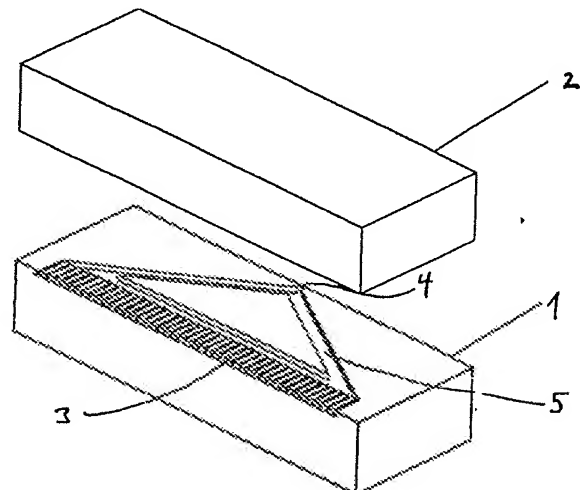
DE 42 36 037 A 1

㉚ Anmelder:
Boehringer Ingelheim International GmbH, 55218
Ingelheim, DE

㉚ Erfinder:
Bachtler, Wulf, Dr., 55125 Mainz, DE; Bartels, Frank,
Dr., 76337 Waldbronn, DE; Dunne, Stephan Terence,
Dr., Shotley, Suffolk, GB; Eicher, Joachim, Dr., 76185
Karlsruhe, DE; Freund, Bernhard, Dr., 55435
Gau-Algesheim, DE; Leßmöllmann, Christoph, Dr.,
76137 Karlsruhe, DE

⑤4 Düsenkörper für Zerstäuber und ihre Herstellung

⑤7 Düsenkörper mit Düsen für Zerstäuber werden aus einer Bodenplatte (1) mit einer grabenartigen Strukturierung und mindestens einer fest damit verbundenen Deckelplatte (2) gebildet.
Zur Herstellung eines Düsenkörpers wird z. B. mit einem Lithographieverfahren nebst Ätzung die Bodenplatte strukturiert und die Deckelplatte (2) durch anodisches Bonden darauf befestigt.



DE 42 36 037 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Die Erfindung betrifft Düsenkörper für Geräte, mit denen Flüssigkeiten unter relativ hohem Druck (im allgemeinen über 50 bar) zerstäubt werden, sowie die Herstellung solcher Düsenkörper.

Es ist bekannt, daß Flüssigkeiten zu sehr feinen Tröpfchen zerstäubt werden können, indem man sie unter hohem Druck durch enge Düsen preßt (vgl. z. B. WO 91/14468). In dieser Schrift wird vorgeschlagen, die benötigten Düsen nach Methoden herzustellen, wie sie von der Herstellung von Spinddüsen bekannt sind. Solche Düsen werden beispielsweise erhalten, indem man eine dünne Metallplatte mit einer Wolframcarbid-Nadel durchbohrt.

Ein wichtiges Anwendungsgebiet für die Geräte nach WO 91/14468 ist die Erzeugung von Aerosolen für die Inhalationstherapie. Dabei werden an die Geräte hohe Anforderungen u. a. hinsichtlich der Tröpfchenfeinheit gestellt; wie in zahlreichen Untersuchungen ermittelt wurde, muß ein wesentlicher Anteil der Tröpfchen eine Größe unter 6 µm haben, damit eine ausreichende Menge des Arzneimittels tief genug in die Lunge gelangen kann.

Eine sichere Therapie erfordert außerdem, daß die einzelnen Geräte untereinander gleiche Tröpfchenspektren erzeugen, weil nur dann gewährleistet ist, daß die vorgesehene Dosis des Medikaments in der gewünschten Weise der Lunge zugeführt wird.

Bei der mechanischen Herstellung von Düsen zeigen sich z. T. störende Abweichungen von Düse zu Düse, etwa, weil die Düsenwandungen unterschiedliche Rauigkeit aufweisen. Auch ist es u. a. schwierig, Doppeldüsen, wie sie in der Fig. 8 der oben genannten WO 91/14468 abgebildet wurden, mit dem notwendigen Präzision herzustellen. Zudem ist es nicht einfach, nach bekannten Verfahren Düsen mit wechselndem Querschnitt zu erhalten, etwa um den Flüssigkeitsstrom in der Düse zu beschleunigen oder auch zu verlangsamen, oder Parallelelemente oder Vorverwirbelungseinrichtungen vorzusehen.

Der vorliegenden Erfindung geht es nun um die Aufgabe, neue hochwirksame Düsenkörper vorzuschlagen sowie Verfahren, mit denen sich solche Düsenkörper in gleichbleibend hoher Qualität in großer Stückzahl herstellen lassen; darüberhinaus soll möglichst in den Düsenkörper ein — gewünschtenfalls mehrstufiges — Filter integriert sein.

Der Lösung dieser Aufgabe dient ein Düsenkörper aus zwei oder mehr Platten; mindestens eine davon, die Bodenplatte, weist eine grabenartige Struktur auf, wobei die Gräben die Einlaßseite und die an der gegenüberliegenden Seite als Auslaß vorgesehene(n) Zerstäuberdüse(n) verbinden, während eine andere, im allgemeinen unstrukturierte Platte (Deckelplatte) auf die strukturierte Seite der Bodenplatte aufgesetzt und fest mit ihr verbunden ist. Ein Düsenkörper aus drei Schichten kann beispielsweise aus einer strukturierten Siliciumplatte, einer planen Siliciumdeckelplatte und dazwischen einer dünnen Glasplatte bestehen. Selbstverständlich können Boden- und Deckelplatte ihre Funktion tauschen, d.H. im einfachsten Fall, daß eine unstrukturierte Bodenplatte und eine strukturierte Deckelplatte verwendet werden.

Die Hohlräume in dem Düsenkörper haben in der Regel rechteckige Querschnitte. Jedoch bietet die Herstellung der Düsenkörper nach dem unten beschriebenen Verfahren und verwandten, dem Fachmann zur

Verfügung stehenden Verfahren große Variationsmöglichkeiten. Durch Verwendung anderer Ätzverfahren lassen sich z. B. gewünschtenfalls in der Bodenplatte auch Gräben mit anderen Querschnitten erzeugen.

Wird nicht nur die Bodenplatte, sondern auch die Deckelplatte strukturiert, so lassen sich Querschnitte erhalten, die sonst nicht zur Verfügung ständen, z. B. nahezu runde.

Bei der Strukturierung von Boden- und Deckelplatte werden beide im allgemeinen mit gleichartigen Strukturen versehen. Zusätzliche Variationsmöglichkeiten ergeben sich, wenn Boden- und Deckelplatte aufeinander abgestimmte unterschiedliche Strukturen aufweisen.

Die Herstellung von Düsenkörpern gemäß der Erfindung besteht im einfachsten Fall aus den Fertigungsabschnitten

- Strukturierung der Bodenplatte mit Gräben
- Verbindung von Boden- und Deckelplatte
- Vereinzelung der Düsenkörper.

Statt die Düsenkörper einzeln herzustellen, werden die Grabenstrukturen zweckmäßig in einem parallelen Fertigungsprozeß gleichzeitig auf einer großen Fläche hergestellt und in einem Schritt mit der Deckelplatte verbunden (Batchprozeß). Danach wird dieser Verbund in einzelne Quader zerteilt und dabei die Einlaß- und Auslaßöffnungen der Düsenkörper freigelegt.

Diese Art der Herstellung weist einige spezifische Vorteile auf. Die Batchherstellung bietet einerseits die Möglichkeit, besonders kostengünstige Einzelteile zu fertigen, die in einem seriellen Bearbeitungsverfahren nur wesentlich aufwendiger zu realisieren wären, und garantiert andererseits eine gleichbleibende, definierte Qualität über alle Teile, die bei gleichen Prozeßbedingungen reproduzierbar immer wieder erreicht wird und sich nicht etwa langsam ändert, wie dies beispielsweise in seriellen Bearbeitungsverfahren durch Werkzeugverschleiß der Fall ist.

Ferner ist die Position und Lage der Teile im Prozeß gleichfalls durch das Design bestimmt und muß daher nicht durch aufwendige Sortier- oder Handhabungsmechanismen eingestellt werden.

Die Strukturierung der Bodenplatte erfolgt in an sich bekannter Weise mit einem lichtoptischen Lithographieverfahren in Verbindung mit einem ionenunterstützten reaktiven Trockenätzverfahren. Die Strukturhöhen liegen zwischen 2 und 40 µm, im allgemeinen zwischen etwa 3 und 20 µm, vorzugsweise zwischen etwa 4 und 14 µm, insbesondere zwischen etwa 5 und 7 µm. Als Material für die Bodenplatte wird vorzugsweise einkristallines Silicium verwendet, weil dieses Material kostengünstig und in ausreichender Ebenheit und Parallelität sowie geringer Oberflächenrauigkeit verfügbar ist, sowie in dem folgenden Verbindungsprozeß ohne zusätzlichen Auftrag von Klebern oder anderen Materialien leicht mit der Deckelplatte verbunden werden kann.

Es sind jedoch noch andere Materialien als Silicium strukturierbar, die auch in dem späteren Verbindungsprozeß mit der Deckelplatte fest verbunden werden können. Solche Materialien sind beispielsweise Gallium-Arsenid oder Metalle wie Aluminium oder Nickel-Kobalt-Legierungen, die sich ebenfalls mit einer Glasplatte gut verbinden lassen.

Auf der zu strukturierenden Oberfläche wird eine dünne Schicht aus Silicium thermisch oxidiert. Die Oxidschicht dient später als Maskierung zum Ätzen der Grabenstrukturen. Auf diese Schicht wird im Schleuderver-

fahren eine lichtensitive Kunststoffschicht aufgetragen und verfestigt. Die Strukturen werden lichtoptisch mittels Kontaktkopie über eine Maske im Maßstab 1 : 1 in diese Kunststoffschicht übertragen und entwickelt. Die Kunststoffstrukturen dienen im nächsten Prozeßschritt als Maskierung für die Strukturierung der Siliciumdioxidschicht. Diese Strukturierung erfolgt durch reaktives Ätzen mit Ionenstrahlen. Bei der Strukturierung der Oxidschicht wird der Kunststoff vollständig abgetragen.

Die so strukturierte Oxidschicht dient nun als Maskierung für das Ätzen der z. B. 5–7 µm tiefen Grabenstrukturen im Silicium. Dabei wird auch die Oxidschicht langsam abgetragen.

Am Ende dieses Strukturierungsvorganges befinden sich auf der Siliciumplatte U-förmige bzw. rechtwinklige, kastenförmige Grabenstrukturen, die jedoch in der Draufsicht nahezu beliebige Flächengeometrien aufweisen können.

In der Strukturierung der Bodenplatte bieten sich durch andere Ätzverfahren vielfältige Varianten zur Erzielung weiterer Grabengeometrien an, die im Endprodukt zu unterschiedlichen Öffnungsquerschnitten der Düse führen. So können beispielsweise durch eine gezielte Über- bzw. Unterätzung trapezförmige Grabenformen erzeugt werden. Diese Ätzformen lassen sich sowohl mit isotropen Trockenätzverfahren als auch mit isotropen Naßätzverfahren erzeugen. Mit anisotrop wirkenden Ätzverfahren (sowohl mit reaktivem Ionenplasma als auch mit naßchemischen Mitteln) sind dreieckförmige Düsenquerschnitte aus V-förmigen Grabenstrukturen von einkristallinen Bodenplatten erzielbar. Die Geometrieform der Gräben kann außerdem über eine Kombination von Ätztechniken und Beschichtungstechniken verändert werden. Hier ergeben sich nahezu beliebige Geometrieformen.

Nach der Strukturierung wird die Siliciumplatte gereinigt und das restliche Siliciumdioxid naßchemisch entfernt. Anschließend wird die Siliciumplatte mit einer Glasplatte durch anodisches Bonden (vgl. US. Patent 3,397,278 v. 13.8.1968, Pomerantz, D.I. et al.) verbunden.

Zum anodischen Bonden von Silicium und Glas eignet sich ein Alkaliborosilikatglas wie z. B. Pyrex (#7740 Corning) oder Tempax (Schott). Die Glasplatte wird dabei auf die strukturierte Siliciumscheibe aufgelegt und mit einer Elektrode kontaktiert. Der gesamte Verbund wird auf Temperaturen zwischen 200 und 500°C erwärmt (vorzugsweise etwa auf 450°C, da bis zu dieser Temperatur die thermischen Ausdehnungskoeffizienten noch nahe beieinanderliegen und gleichzeitig die Beweglichkeit der Alkaliionen für einen schnellen Bondprozeß ausreicht) und zwischen Siliciumplatte und Glasplatte eine negative Spannung von etwa 1000 V angelegt. Durch diese Spannung wandern die positiv geladenen Alkaliionen durch das Glas zur Kathode, wo sie neutralisiert werden. An der Übergangsstelle zwischen Glas und Silicium bildet sich im Glas eine negative Raumladung aus, die eine elektrostatische Anziehung der beiden Oberflächen bewirkt und außerdem über Sauerstoffbrückenbindungen zu einer dauerhaften chemischen Bindung zwischen der Glasoberfläche und der Siliciumoberfläche führt.

Glas als Deckelmaterial ist in diesem Zusammenhang auch für die Qualitätskontrolle besonders vorteilhaft, weil zum einen die Güte der Bondverbindung aber auch Defekte oder eingeschlossene Partikel, die zu einer Fehlfunktion des Bauteils führen, durch optische Inspektion leicht erkannt werden können.

Es sind jedoch auch andere Deckelmaterialien als

Glas einsetzbar. Bei hohen Temperaturbelastungen kann man den thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Verbundes optimieren, indem man sowohl für die Bodenplatte als auch für die Deckelplatte Silicium verwendet. Für den Verbindungsprozeß wird auf eine der beiden Platten, z. B. im Aufdampf- oder Sputterverfahren eine dünne Glasschicht aufgetragen, mit der dann der Bondprozeß durchgeführt werden kann. Eine optische Sichtkontrolle kann in diesem Fall mit Infrarot-Sichtgeräten erfolgen.

Nach dem Bondprozeß wird der Verbund mit einer hochdrehenden Diamantkreissäge in einzelne Quader zerteilt, wobei die Einlaßöffnungen und die Auslaßöffnungen freigelegt werden. Wenn sich die Querschnittsfläche im Auslaß stark ändert (wie dies beispielsweise bei düsenförmigen Auslaßöffnungen der Fall ist), dann muß der Trennschnitt auf wenige Mikrometer genau positioniert werden, um einen definierten Düsenauslaß zu erhalten. Durch diese Positionierung wird außerdem die Auslaufstrecke am Auslaß minimiert.

Beim Trennen werden besonders hohe Drehzahlen (in der Regel über 30000 U/min) benötigt, um Ausbrüche an den Seitenwänden und Kanten der Düsenkörper zu vermeiden. Diese Ausbrüche könnten an der Auslaßgeometrie zu ungewollten Querschnittsveränderungen führen.

Nach dem Zerteilen werden die Düsenkörper gereinigt und in die vorgesehene Halterung eingebaut.

Die erfindungsgemäß verwendbaren Materialien und Verfahren ergeben Düsenkörper, die sich durch eine Reihe von Vorteilen auszeichnen:

- hohe mechanische Stabilität;
- weitgehende Resistenz gegen chemische Einflüsse (z. B. wäßrige Arzneimittellösungen, Säuren);
- geringe Rauigkeit der Oberflächen der Grabenstrukturen;
- geringe Einflüsse von größeren Druck- und Temperaturunterschieden;
- Ventilfunktion des flüssigkeitsgefüllten Düsenkörpers im Bereich niederer Drucke.

Die erfindungsgemäßen Düsenkörper lassen sich sehr klein ausführen, so daß das Totvolumen sehr gering ist und deshalb bei der Anwendung der Düsenkörper im therapeutischen Bereich (Erzeugung von Inhalationsaerosolen) nur einen kleinen Bruchteil der zu erstäubenden Flüssigkeitsmenge ausmacht.

Überraschenderweise ergeben sich aus der geringen Tiefe der Grabenstrukturen keine Schwierigkeiten für den Flüssigkeitstransport, obwohl die kleinen Strömungsquerschnitte Grenzschichtprobleme erwarten ließen.

In den Fig. 1 bis 8 sind Beispiele für erfindungsgemäße Düsenkörper und Details davon dargestellt.

Fig. 1 bietet einen Blick schräg von oben auf die Bodenplatte 1 und auf die zur Verdeutlichung abgehobene Deckelplatte 2. Die Flüssigkeit wird durch das Filter 3 auf der Einlaßseite, das aus zahlreichen parallel angeordneten schmalen Gräben besteht, wobei deren Querschnitt kleiner sein sollte als der Querschnitt der Düse 4, in die Kanäle 5 gedrückt und von dort durch die Düse 4 freigesetzt.

In Fig. 1a ist eine Variante der Grabenplatte 1 dargestellt, wobei die Düse 4 geknickt ist, und statt der beiden in Fig. 1 in stumpfem Winkel aufeinanderzulaufenden Kanäle 5 ist eine Reihe parallel angeordneter Kanäle 5 vorgesehen.

In Fig. 2 ist eine andere Version der Düsenkörper dargestellt. Diese Figur zeigt den Blick von oben auf die Grabenplatte 1, bei der — von der Einlaßseite her gesehen — auf ein gröberes Filter 3 mit den Gräben 3a ein feineres Filter 6 folgt, von dem Fig. 2a einen vergrößerten Ausschnitt zeigt. Durch die Kanäle 5 ist das Filter 6 mit der Düse 4 verbunden. Die zwischen den Kanälen liegenden Rechtecke stützen die Deckelplatte 2 und verstärken ihre Verbindung mit der Grabenplatte 1.

Es hat sich gezeigt, daß im Fall von Einzeldüsen entsprechend Fig. 1 und 2 günstigere Tröpfchenspektren erzielt werden, wenn die Düsen 4 in Strömungsrichtung kurz sind. Werden Doppeldüsen wie 7a/7b vorgesehen, führen auch längere, z. B. keilförmig sich verengende Düsen zu einem guten Zerstäubungsergebnis, weil die Flüssigkeitsstrahlen beim Zusammenprall in feinste Tröpfchen zerlegt werden.

Fig. 3 zeigt einen Düsenkörper, in dem das zweistufige Filter sowie die fünf parallelen Kanäle weitgehend mit der Ausführungsform nach Fig. 2/2a übereinstimmen. Die Düse 5 nach Fig. 2 ist hier jedoch durch die Doppeldüse 7a/7b ersetzt. Sie lenkt, wie der vergrößerte Ausschnitt gemäß Fig. 3b erkennen läßt, zwei Strahlen unter einem Winkel von 90° gegeneinander. Durch den Zusammenprall wird eine besonders gute Zerstäubung erreicht. Die Doppeldüse kann in verschiedener Hinsicht modifiziert werden. So können die beiden Strahlen gewünschtenfalls unter spitzerem oder stumpferem Winkel (z. B. etwa 20 bis 160°C, vorzugsweise 20 bis 120°) aufeinander gerichtet werden. Auch der Querschnitt kann anders gewählt werden, etwa indem auf seine starke Verringerung (wie in den Fig. 3/3b) verzichtet wird. Wünschenswert ist, daß die Strahlen in geringer Entfernung von den Düsenmündungen aufeinander treffen. Kleinere Richtungsabweichungen führen dann nicht dazu, daß die Strahlen nur unvollständig aufeinanderprallen. Die Kante 8 wird gewünschtenfalls abgerundet, weil sich bei längerem Gebrauch der Kanalplatte gelegentlich Bruchstücke von der Kante 8 lösen, die zum Verstopfen des Filters bzw. der Düse führen können.

Fig. 4 zeigt den Düsenbereich eines erfindungsgemäßen Düsenkörpers, bei dem sechs Düsen 9a bis 9f so ausgerichtet sind, daß die austretenden Strahlen sich in einem Punkt treffen. Auf diese Weise kann verhindert werden, daß es nicht mehr zum Zusammenprall der Strahlen kommt, wenn eine der Düsen verstopft. Gemäß Fig. 5 ist ein Prallelement 10 im Mündungsbereich einer Düse dargestellt, die sich nach außen erweitert. Ähnlich ist in Fig. 6 eine wirbelverursachende Struktur 11 in die Düse eingebaut, die zu einer stärkeren Verwirbelung der ausströmenden Flüssigkeit beiträgt. Auch Fig. 7a bis 7c zeigen einen Ausschnitt aus dem Düsenkörper im Bereich der Düse, wobei die unterschiedlichen Düsengeometrien gemäß 12a, 12b und 12c zu erkennen sind.

Fig. 8 zeigt die Bodenplatte eines Düsenkörpers, bei der der Einlaß 13 senkrecht zu den Verbindungsflächen zwischen Bodenplatte und Deckelplatte angeordnet ist und in eine Vertiefung 14 der Bodenplatte mündet.

Für die Verbesserung der Zerstäubung kann die Düse auch so gestaltet werden, daß sie eine etwas größere Länge erhält und mit einer Verengung versehen ist, in die ein Luftkanal oder Luftkanäle münden, so daß — wie bei einer Wasserstrahlpumpe — Luft in den Flüssigkeitsstrom gerissen wird.

Wie sich gezeigt hat, wird eine günstige Partikelgröße in der Regel dann erreicht, wenn die engste Quer-

schnittsfläche der Düse oder der Düsen zwischen etwa 25 und 500 μm^2 liegt. Bei einer Tiefe der Grabenstrukturen in der Bodenplatte 1 von z. B. 5 μm können die Düsen demnach verhältnismäßig breit sein und liegen typischerweise im Tiefe-/Breiteverhältnis zwischen etwa 1 : 1 und 1 : 20. Auch Verhältnisse außerhalb dieses Bereichs sind möglich. Der Fachmann wird die geeigneten Düsenabmessungen nötigenfalls durch einige Versuche optimieren, da in gewissem Umfang auch die Eigenschaften der zu versprühenden Flüssigkeit, etwa die Oberflächenspannung und die Viskosität, eine Rolle spielen. Die spezifischen Eigenschaften sind besonders zu berücksichtigen, wenn statt wäßriger Flüssigkeiten, die hier in erster Linie in Betracht gezogen wurden, organische Lösungsmittel oder Öle zu versprühen sind.

Um ein Verstopfen der Filter auch bei längerer Benutzung auszuschließen, kann das Filter (6) auch z. B. zickzack-, mäander- oder bogenförmig gestaltet sein, so daß eine größere Zahl von Durchlässen (bei unveränderter Größe derselben) zur Verfügung steht. Auch können gewünschtenfalls statt der ein- oder zweistufigen Filter auch z. B. dreistufige mit jeweils engeren Durchlässen vorgesehen werden. In jedem Fall muß jedoch gewährleistet sein, daß trotz des Druckabfalls im Filtersystem an der Düse noch ein ausreichend hoher Druck verfügbar ist.

Der Querschnitt der Düsenöffnung bzw. die Summe der Querschnitte der Düsenöffnungen kann innerhalb weiterer Grenzen variiert werden. Bei gegebenem Druck kann der Querschnitt einer schlitzförmigen Düse erheblich größer gewählt werden als der Querschnitt einer quadratischen oder runden Düse, ohne daß eine Verschlechterung des Tröpfchenspektrums bewirkt wird. Der Querschnitt der Düsen bzw. die Summe der Querschnitte liegt im allgemeinen zwischen 5 und 2000 μm^2 , vorzugsweise zwischen 20 und 1000 μm^2 , insbesondere zwischen 25 und 500 μm^2 . Dies gilt auch, wenn zwei oder mehr parallel gerichtete Düsen vorgesehen sind.

Wenn auch — besonders bei sehr schmalen bzw. sehr flachen Düsen Grenzflächenphänomene eine große Rolle spielen, so wird der Fachmann doch auch bei der Gestaltung der Düsen und der Wahl der Abmessungen die Erkenntnisse der Physik über den hydraulischen Querschnitt in seine Überlegungen einbeziehen.

Patentansprüche

1. Düsenkörper mit einer oder mehreren Düsen für die Zerstäubung von Flüssigkeiten, bestehend aus mindestens zwei miteinander, ggf. über eine Zwischenschicht, verbundenen Platten, wobei mindestens die Bodenplatte (1) eine grabenartige Strukturierung aufweist, welche die Einlaßseite des Düsenkörpers mit der bzw. den als Auslaß wirkenden Düse(n) (4; 7a, 7b; 9a bis 9f; 12a, 12b, 12c) verbindet.
2. Düsenkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein oder mehr Filter (3; 6) vorgesehen sind, wobei, wenn zwei oder mehr Filter (3; 6) vorhanden sind, die Filter in Strömungsrichtung jeweils feiner werden.
3. Düsenkörper nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die grabenartigen Strukturen näherungsweise rechteckigen Querschnitt haben.
4. Düsenkörper nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwei oder mehr Düsen (7a, 7b; 9a—9f) vorgesehen sind, die so ausgerichtet sind, daß die aus ihnen austretenden Strahlen in der Nä-

he der Düsenmündung aufeinandertreffen.

5. Düsenkörper nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt der Düsen (7a; 7b, 9a—9f) zu ihrer Öffnung hin kleiner wird.

6. Düsenkörper nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die aus den Düsen (7a; 7b) austretenden Strahlen unter einem Winkel von etwa 20 bis 160°, vorzugsweise 20 bis 120°, aufeinandertreffen.

7. Düsenkörper nach Anspruch 4, 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine Doppeldüse vorgesehen ist, wobei die beiden Strahlen unter einem Winkel von etwa 90° aufeinandertreffen.

8. Düsenkörper nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt an der Einlaßseite und im Inneren des Düsenkörpers deutlich größer ist als der Querschnitt der Düsenöffnung bzw. der Summe der Düsenöffnungen.

9. Düsenkörper nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der Düse (4) ein Prallelement (10) oder eine wirbelverursachende Struktur (11) vorgesehen ist.

10. Düsenkörper nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie aus Silicium/Glas, Silicium/Glas/Silicium, Silicium/Silicium, Galliumarsenid/Glas oder Metall/Glas bestehen.

11. Düsenkörper nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Düse nach dem Prinzip der Wasserstrahlpumpe eine Verengung aufweist, in die ein oder mehr Kanälchen einmünden, durch die Luft in den Flüssigkeitsstrahl gesaugt werden kann.

12. Düsenkörper nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Einlaß (13) senkrecht zu der Verbindungsfläche zwischen Boden- und Deckelplatte angeordnet ist und in eine Vertiefung (14) mündet, die in Strömungsrichtung gesehen vor dem oder den Filter(n) liegt.

13. Verfahren zur Herstellung von Düsenkörpern nach Anspruch 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die grabenartigen Strukturen durch Kombination eines optischen Lithographieverfahrens mit einem ionenunterstützten Ätzverfahren hergestellt werden.

14. Verfahren zur Herstellung von Düsenkörpern nach Anspruch 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die grabenartigen Strukturen durch Kombination eines optischen Lithographieverfahrens mit einem naßchemischen Ätzverfahren hergestellt werden.

15. Verfahren zur Herstellung von Düsenkörpern nach Anspruch 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die grabenartigen Strukturen durch Kombination eines optischen Lithographieverfahrens mit einem additiven Beschichtungsverfahren hergestellt werden.

16. Verfahren zur Herstellung von Düsenkörpern nach Anspruch 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Platten durch feldunterstütztes Bonden (Anlegen eines elektrostatischen Feldes) miteinander verbunden werden.

17. Verfahren zur Herstellung von Düsenkörpern nach Anspruch 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine größere Anzahl miteinander verbundener Düsenkörper in einem Nutzen aus entsprechend großen Platten nach Ansprüchen 12 bis 15 herge-

stellt und anschließend vereinzelt werden.

18. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Vereinzelung durch Sägen mit einer hochdrehenden Diamantkreissäge erfolgt.

19. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Vereinzelung durch Ritzen und Brechen des Nutzens erfolgt.

20. Verfahren zur Herstellung von Düsenkörpern nach Anspruch 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß in der Bodenplatte (1) aus kristallinem Silicium mit einem lichtoptischen Lithographieverfahren in Verbindung mit einem ionenunterstützten reaktiven Trockenätzverfahren Grabenstrukturen mit näherungsweise rechtwinkligem Querschnitt erzeugt werden, worauf die Bodenplatte mit einer unstrukturierten Glasplatte aus Alkaliborosilikatglas bedeckt und mit ihr durch anodisches Bonden fest verbunden wird.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

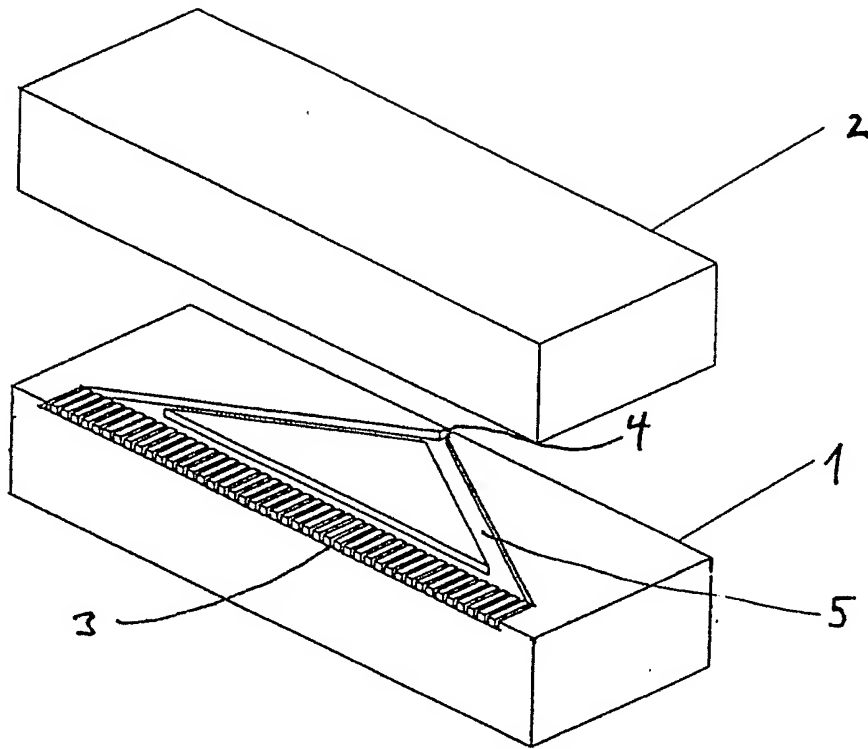
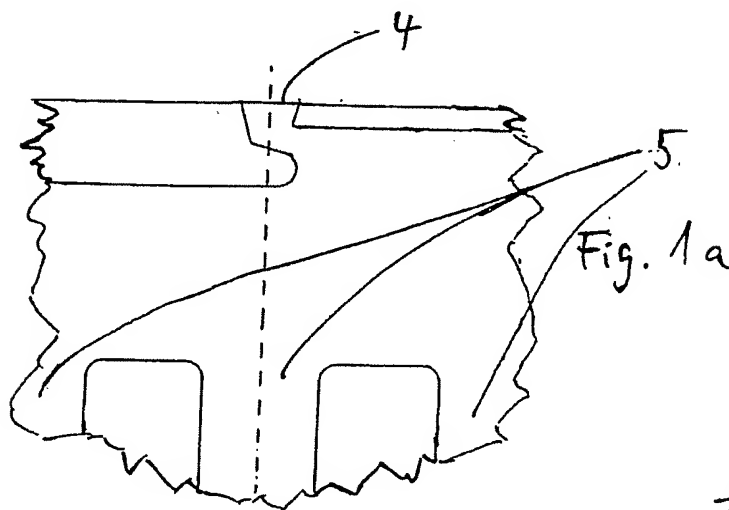
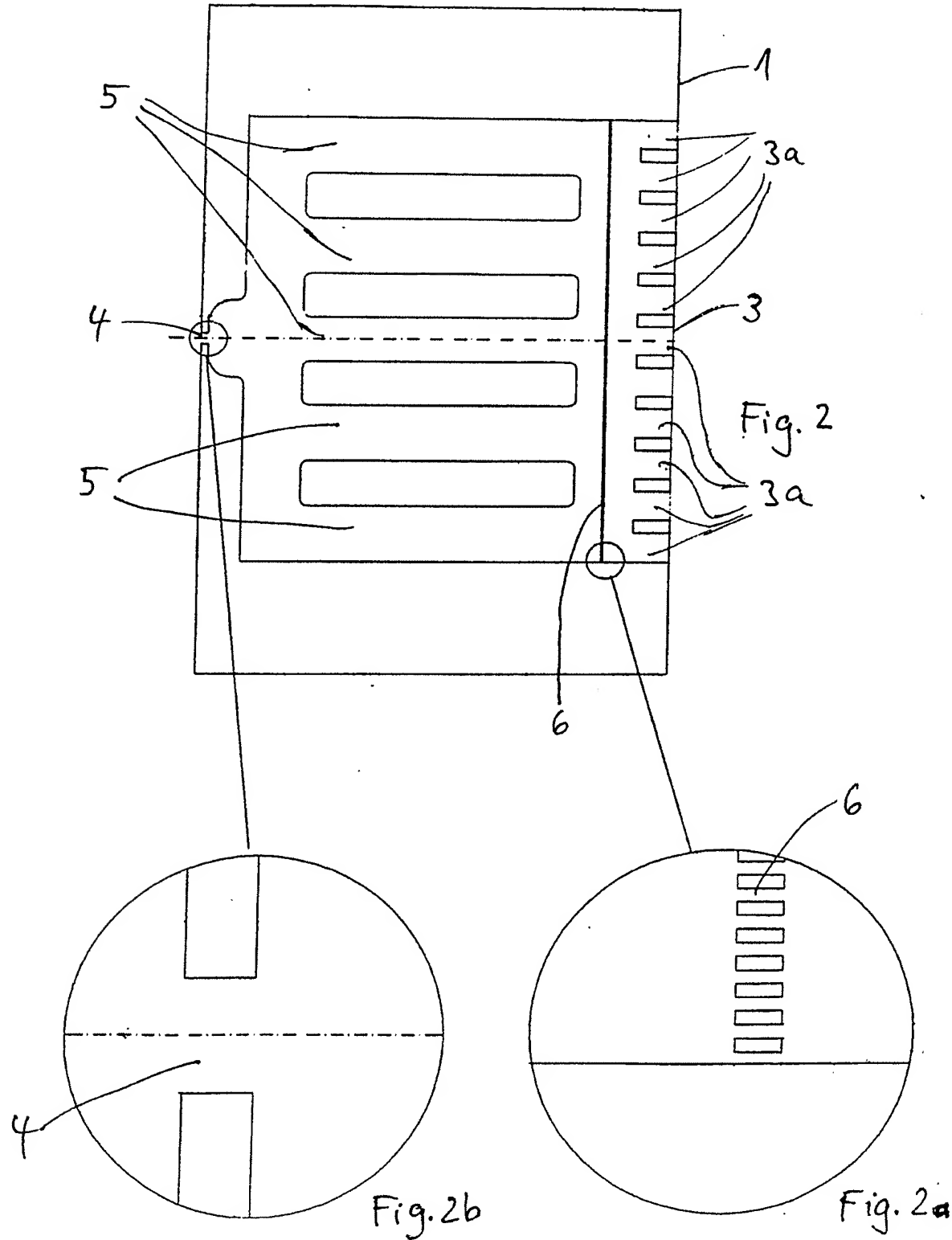
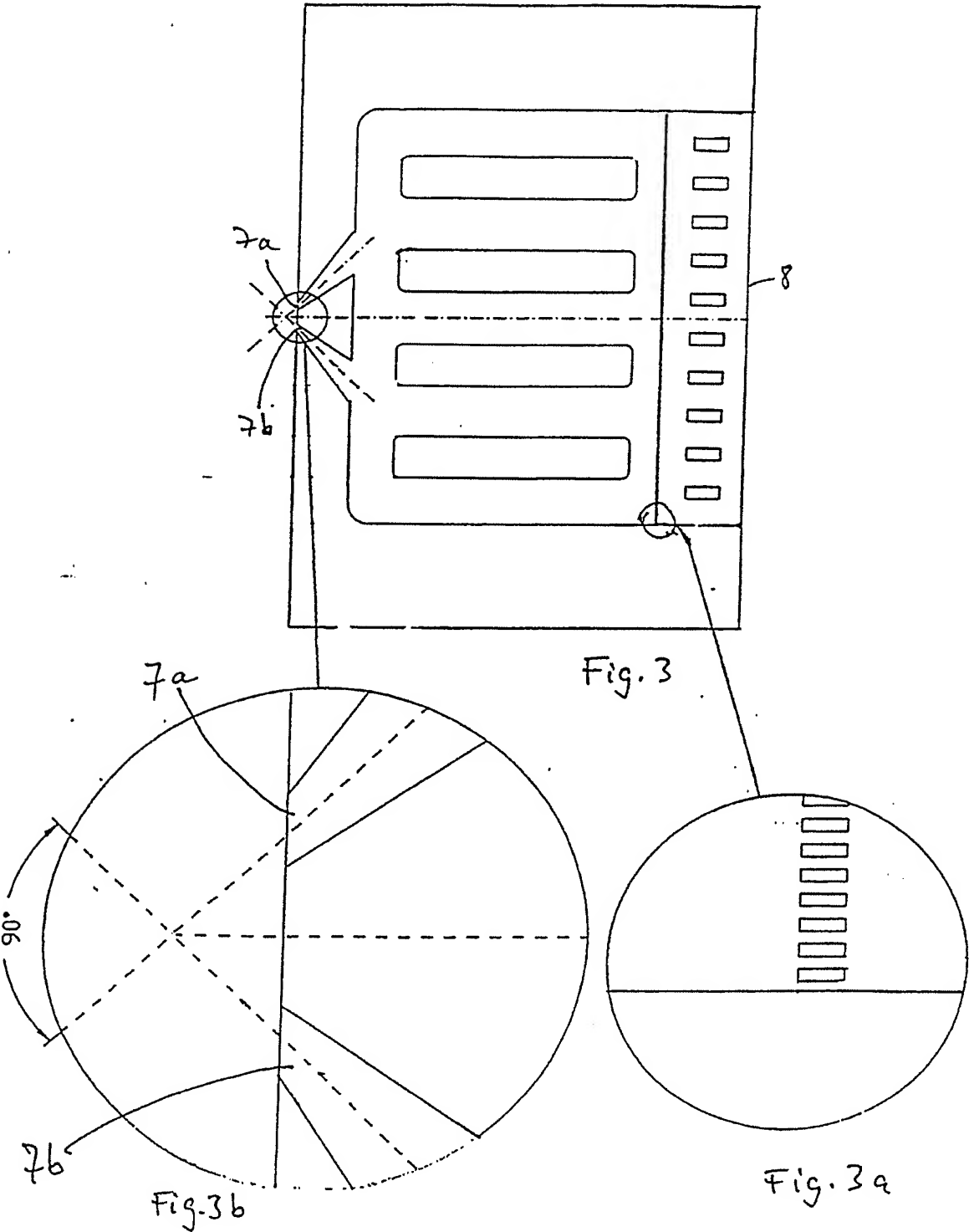


Fig. 1



*





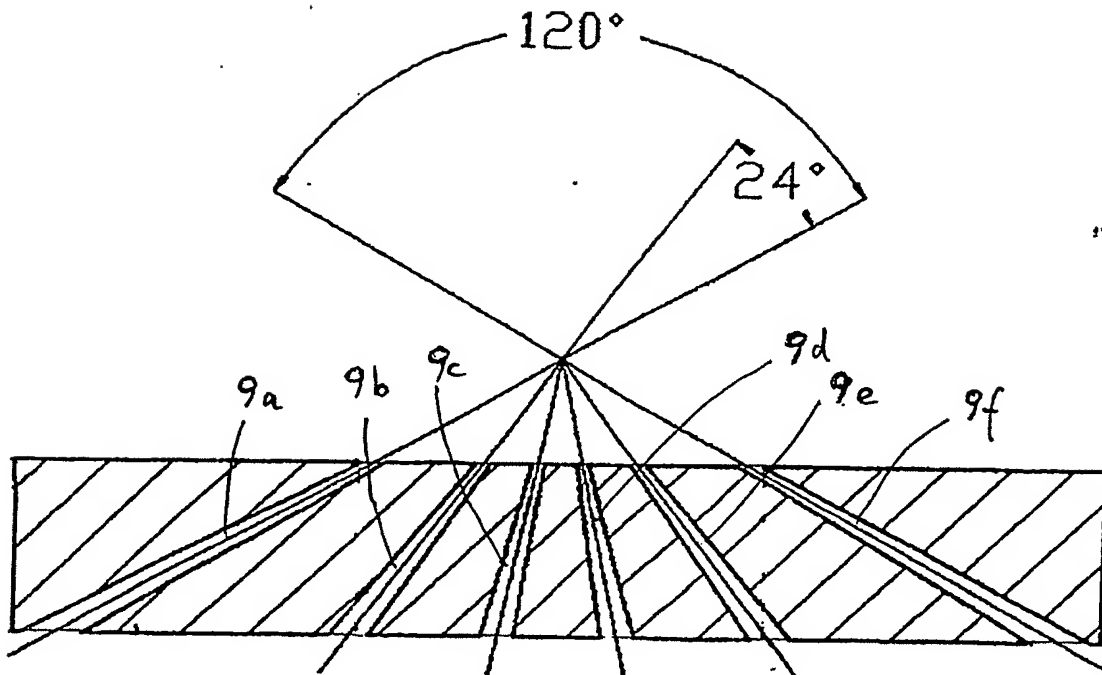


Fig. 4

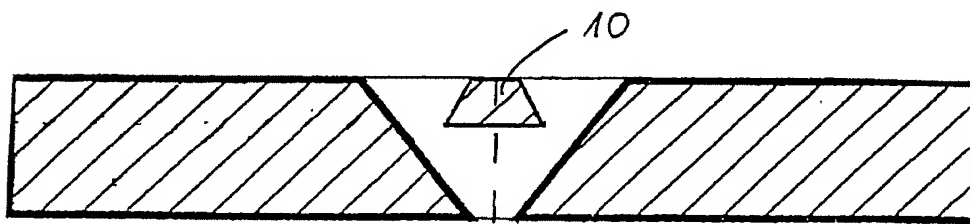


Fig. 5

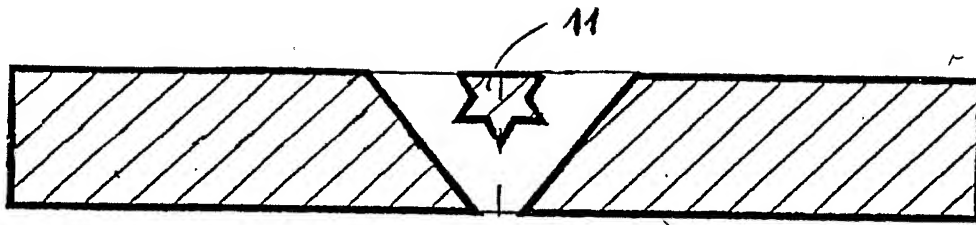


Fig. 6

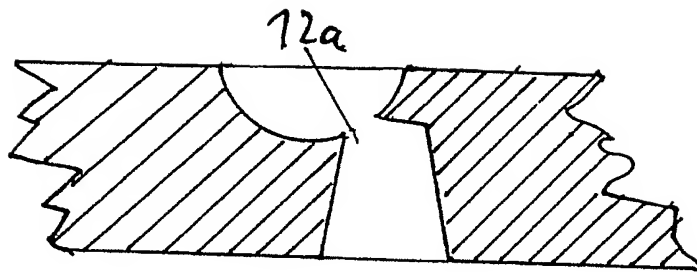


Fig. 7a

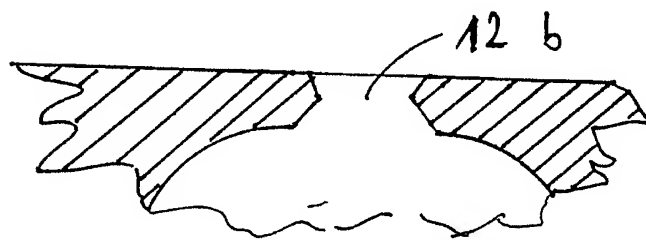


Fig 7.b

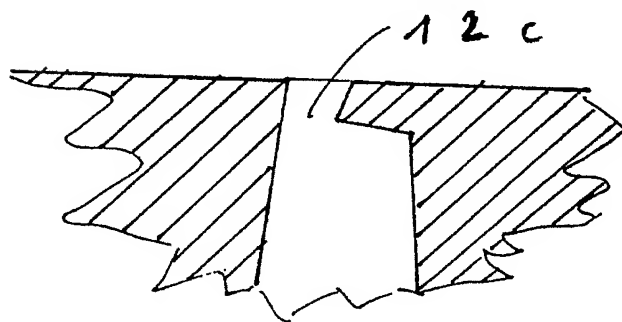


Fig .7 c

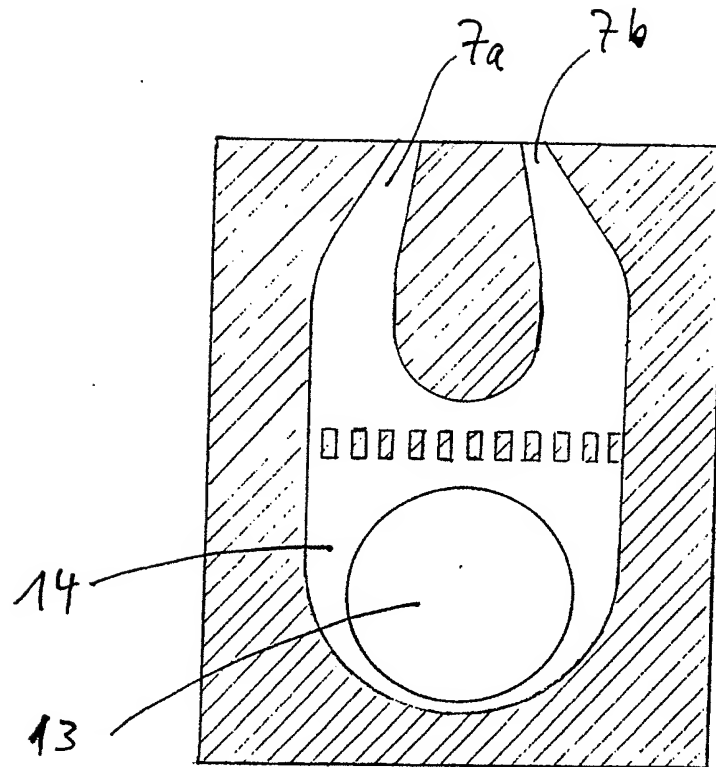


Fig. 8